

# PIHKAKOSKI OY:N PIHA-ALUEEN SÄHKÖISTYS JA VALAISTUS

Timonen Tuomas

Opinnäytetyö  
Sähkötekniikka  
Insinööri (AMK)

2020

Tekniikka ja liikenne  
Sähkötekniikka  
Insinööri (AMK)

<b>Tekijä</b>	Tuomas Timonen	<b>Vuosi</b>	2020
<b>Ohjaaja</b>	DI Jaakko Etto		
<b>Toimeksiantaja</b>	Pihkakoski Oy		
	Toimitusjohtaja Timo Pihkakoski		
<b>Työn nimi</b>	Pihkakoski Oy:n piha-alueen sähköistys ja valaistus		
<b>Sivu- ja liitesivumäärä</b>	39		

Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella Pihkakoski Oy:lle pihavalaistus. Lisäksi tarkoituksena oli suunnitella valaisinpylväisiin pistorasiakeskukset, joista saataisiin kuorma-autojen lämmitys- ja kylmälaitteisiin virta. Suunnittelussa tuli ottaa huomioon myös voimassa olevat sähköasennusten standardit ja sähköturvallisuusmääräykset.

Suunnittelu kohdentui pihavalaistuksen ja pistorasiakeskusten suunnitteluun. Tutkimusaineistona käytettiin sähköalan tietoutta ja pistorasiakeskusten suunnittelu tehtiin AutoCad –ohjelmistolla. Pistorasiakeskusten suunnittelussa otettiin huomioon myös asiakkaan toive pistorasioiden mallista ja tarvittavasta määrästä. Lisäksi valaistuksen laskentatiedot ja yleissuunnitelma tehtiin DIALux -suunnitteluohjelmalla.

Työn tuloksena saatiin Pihkakoski Oy:lle toimiva ja hyvä pihavalaistus sekä kuorma-autojen että auton kylmäkoneiden tarvittava sähköliitäntä. Pihavalaistus toteutettiin kuuden metrin pylväillä, joihin laitettiin haaravarteen kaksi led-valaisinta, ja pylväitä oli kaikkiaan neljä kappaletta. Lisäksi sähköliitääntää varten laitettiin kaikkiin pylväisiin pistorasiakeskukset.

Pihkakoski Oy:n toimitusjohtaja oli erittäin tyytyväinen tähän tulokseen, joka oli juuri sellainen, mitä hän oli mielessään visioinut. Nyt valaisinpylväiden väliin jää tilaa, jotta kuorma-autoja mahtuu kaksi rinnakkain pylväiden väliin, ja lisäksi pylväiden välissä olevien kuorma-autojen rahtikaappien ovia pystytään avaamaan vaivattomasti.

Avainsanat

betonijalusta, valaisinpylväs, led-valaisin, pistorasiakeskus

Technology and Transport  
Electrical Engineering  
Bachelor of Engineering

<b>Author</b>	Tuomas Timonen	Year 2020
<b>Supervisor</b>	Jaakko Etto, M. Sc. (Tech)	
<b>Commissioned by</b>	Pihkakoski Oy	
	Pihkakoski Timo, MD	
<b>Subject of thesis</b>	Electrification and lighting of the outside areas of the Pihkakoski Oy company	
<b>Number of pages</b>	39	

The purpose of this thesis was to design the yard lighting for Pihkakoski Oy. Furthermore, the aim was to design socket outlet centres for the lighting columns which would provide power for the heating and cooling devices of trucks. Valid electrical installation standards and electrical safety regulations were taken into account during the design process.

The design focused on the yard area lighting and power outlet centres. The research material consisted of electrical sector data, and the socket outlet centres were designed using the AutoCad software. The client's wishes concerning the model and required number of the socket outlets were considered during the socket outlet design process. The DIALux design software was used to prepare the calculation details and general plan.

As a result of this thesis, a functional and successful yard lighting and the required electrical connections for the trucks and cooling devices of the trucks were implemented for Pihkakoski Oy. The yard lighting was implemented with four six metre columns which have two LED lights in the arms. All columns were also equipped with socket outlet centres for the electrical connections.

The CEO of Pihkakoski Oy was extremely pleased with the end result which perfectly followed his vision. Now there is space between the lighting columns allowing two trucks to park between the columns and the doors of the cargo area can be easily opened.

Keywords

concrete base, lightning columns, LED light, socket outlet centres

## SISÄLLYS

1 JOHDANTO .....	6
2 EC-PRODUCTS OY .....	7
3 PIHKAKOSKI OY .....	8
4 PIHA-ALUEEN VALAISTUS .....	9
4.1 Valaistuksen suunnittelun perusteita .....	9
4.2 Ulkovalaistuksessa käytetyt valonlähteet.....	10
4.3 Ulkovalaistuksen teknisiä ratkaisuja .....	11
5 PISTORASIAKESKUKSET .....	14
5.1 Pistorasiakeskusten suunnittelu.....	14
5.2 Pistorasiakeskuksen laitteisto .....	16
5.3 Pistorasiakeskusten syötön suunnittelu .....	18
6 PIHKAKOSKI OY:N PIHA-ALUEEN VALAISTUS.....	20
6.1 Pihkakosken valaistuksen suunnittelu .....	20
6.2 Pihkakosken valaistuksen toteutus .....	21
6.3 Pihkakosken valaistuksen laskentatiedot.....	24
7 PIHKAKOSKI OY:N PISTORASIAKESKUKSET .....	28
7.1. Pihkakosken keskusten suunnittelu.....	28
7.2 Pihkakosken keskusten asennus .....	31
8 KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUKSET.....	33
9 POHDINTA .....	37
LÄHTEET.....	38

## ALKUSANAT

Suunniteltiin Pihkakoski Oy:n toimitusjohtajan Timo Pihkakosken kanssa paikkaa valaistukselle ja pistorasiakeskuksille heidän hallin pihalle. Timo halusi itse, että heille toimitetaan keskukset ja laitetaan myös valaistus pihalle. Kiitokset Pihkakoski Oy:lle, että opinnäytetyö saatiin tehdä heille. Aiheena tämä suunnittelutyö oli hyvin mielenkiintoinen.

Pello 15.12.19

Tuomas Timonen

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyössä suunnitellaan Pihkakoski Oy:lle hallin pihalle led-valaistus neljällä pylväällä, joihin jokaiseen tulee pistorasiakeskus. Pistorasiakeskuksiin toivottiin 4 kpl 16A yksivaihepistorasioita ja 2 kpl 16A kolmivaihepistorasioita, koska sekä kuorma-autot että autossa olevat kylmäkoneet tarvitsevat sähköä. Pistorasiakeskusten suunnittelu tapahtuu yhteistyössä EC-Products Oy kanssa, jossa ne myös valmistetaan.

Aluksi käsitellään hieman toimeksiantajastani ja lisäksi vielä yrityksestä, jossa valmistetaan pistorasiakeskukset suunnitelmien pohjalta. Seuraavana käydään lävitse valaistuksen teoretietoa, ja siinä keskitytään led-valaistukseen, koska se on toimeksiantajani toivevalaistus. Valaistuksen lisäksi käydään lävitse ulkovalaistuksen teknisiä ratkaisuja esimerkiksi pylväsvalaistuksen maakaapelointia teoriassa ja valaistuslaskentaa. Teoretietoa kerätään myös pistorasiakeskuksesta huomioiden, että ne tulevat ulkokäyttöön. Pistorasiakeskuksen on kestävä ympäristön mekaaniset, termiset ja muut rasitukset ja hyvän koteloinnin tarkoituksena on suojata sisällä olevia komponentteja juuri näiltä rasituksilta.

Itse piha-alueen valaistuksen suunnittelu alkoi sillä, että Pihkakoski Oy:n toimitusjohtajan Timo Pihkakosken kanssa tarkasteltiin syksyllä piha-aluetta ja katsottiin sopivia paikkoja valaistukselle. Pihalla täytyi saada kääntymään kuorma-auto perävaunun kanssa; sen vuoksi pylväät piti sijoittaa sen mukaisesti.

Seuraava työvaihe on pistorasiakeskuksen suunnittelu AutoCad –ohjelmalla, jotta EC-Products Oy pääsee tekemään suunnitelman pohjalta pistorasiakeskukset. Valaistuksen suunnittelussa käytetään DIA-Lux –ohjelmaa, jonka avulla saatiin paras mahdollinen valaistus piha-alueeseen. Seuraavaksi tilataan led-valot, valaisinpylväät ja betonijalat, jotta ne saataisiin alku syksystä paikalleen. Syyskuun ensimmäisellä viikolla aloitetaan työt Pihkakoski Oy:n pihalla kaapeloinnilla ja betonijalkojen asennuksella.

## 2 EC-PRODUCTS OY

EC-Products Oy on yritys, joka suunnittelee ja valmistaa erilaisia sähkökeskuksia. Yritys toteuttaa sähkökeskukset muun muassa omakotitaloihin, kerrostaloihin, liikekiinteistöihin ja myös ulkokäyttöön esimerkiksi katuvalaistukseen. Sähkökeskukset suunnitellaan ja toteutetaan asiakkaan toimittamien pääkaavioiden mukaisesti, ja suunnittelussa täytyy huomioida se, että vaikka komponentit mahtuvat keskuksiin, pitää tilaa jäädä myös asentamiseen. (EC-Products Oy 2005.)

EC-Products Oy on perustettu vuonna 2003 ja perustaja on nykyinen toimitusjohtaja Harri Timonen. Yritys toimii Pellossa ja työllistää noin 6 työntekijää. Yritys toimittaa valmistamiaan keskuksia ympäri Suomea. Yritys on myös valmistanut keskuksiaan Ruotsin puolelle, mutta siellä keskusmarkkinat ovat vielä hieman haasteellisemmat. (Kuva 1) (EC-Products Oy 2005.)



Kuva 1. Erilaisia keskuksia (EC-Products Oy 2005)

### 3 PIHKAKOSKI OY

Pihkakoski Oy on Pellossa toimiva kuljetusyritys, joka kuljettaa raakamaitoa ja elintarvikkeita Länsi-Lapin alueella. Yritys on perustettu vuonna 1988. Sen on perustanut Tauno Pihkakoski ja nykyisin yrityksen toimitusjohtajana toimii Timo Pihkakoski. Yrityksessä on noin 17 työntekijää. Kuljetustoiminnan lisäksi samassa yhteydessä toimii Polarjet Oy, joka on erikoistunut konepajatoimintaan. (T.Pihkakoski Oy 2015.)

Pihkakoski Oy mahdollistaa Valion maidon keräilyn ja myös jakeluliikenteen. Maidon keräily tapahtuu niin, että säiliöautolla ajetaan maatilat läpi ja sen jälkeen maito viedään Valiolle Ouluun. Oulusta haetaan myös Valiolla valmistetut maidot ja jaetaan ne Länsi-Lapin kauppoihin aina Kilpisjärvelle asti. (Kuva 2) (T.Pihkakoski Oy 2015.)



Kuva 2. T. Pihkakoski Oy:n piha-alue (T.Pihkakoski Oy 2015)



## 4 PIHA-ALUEEN VALAISTUS

Piha-alueiden valaistus on tärkeää, koska Lapissa talvet ovat pitkiä ja pimeään aikaa on paljon. Valaistuksella pyritään siihen, että piha-alueilla pystytään tekemään pimeässä samat asiat kuin päivänvalossakin. Valaistusta tarvitaan tietynlaisten yritysten pihoilla, joissa tehdään pimeän aikaankin töitä. Valaistus on myös asuinympäristössä ja erilaisten rakennusten alueilla tärkeä, koska se tuo tietynlaista turvaa ja tehokkuutta. Hyvä aluevalaistus erottaa myös piha-alueet mahdollisista tie- ja katuvaloista.

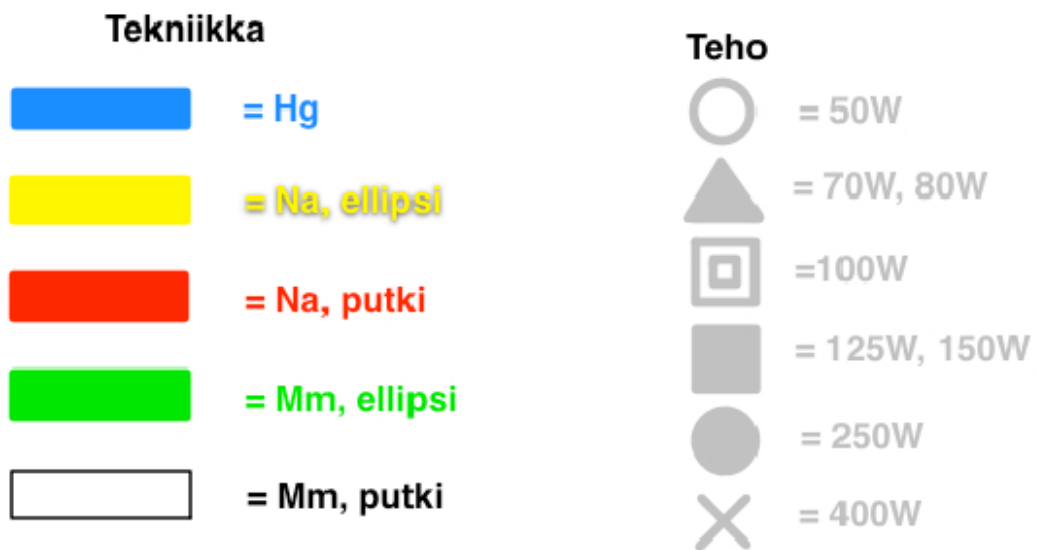
### 4.1 Valaistuksen suunnittelun perusteita

Valaistussuunnittelun tärkeimpänä pyrkimyksenä on parantaa valaistuksen laatua ja samalla siihen käytetyn energian kulutuksen vähenemistä. Valaistussuunnittelulla pyritään saamaan laadukas, välkkymätön, häikäisemätön sekä hyvän väritoiston valaistus, joka lisää käytettävyyttä samoin kuin toimistossa ja vähentää silmäperäisiä ongelmia. Hyvällä suunnittelulla lisätään myös yleistä hyvinvointia. Energiankustannusten kannalta valaistukseen investoitu raha maksaa itsensä hyvinkin nopeasti takaisin. (Suomen Valoteknillinen Seura ry 2019.)

Valaistukseen vaikuttavia rajoituksia ovat maantieteellinen sijainti, ilmansuunnat ja lähiympäristö. Valaistusta suunniteltaessa tulee ottaa huomioon valonlähteiden sopivuus kohteeseen, valonlähteen hyötysuhde ja asennustarvikkeet. Myös valonlähteiden hinta, käyttöikä, käyttöaika sekä tarvikehinnat tulee katsoa kohteeseen sopivaksi eikä energian hintaa saa jättää huomioimatta. Siksi olisikin hyvä valita pitkäikäisiä valaistuslaitteita, jotta huolto muut kustannukset saadaan pysymään alhaisina. Valaistusta suunniteltaessa tulee tarkastella ulkovalaistukselle eurooppalaisia standardeja SFS-EN 12464-2. Standardeissa annetaan paikkakohtaiset ohjearvot valaistusvoimakkuudelle, väritoistolle sekä häikäisylle (Suomen Valoteknillinen Seura ry 2019).

## 4.2 Ulkovalaistuksessa käytetyt valonlähteet

Kuviossa 1 on listattu yleisimmin käytetyt valonlähteet ja annettu tiedot niiden tunnistamiseksi. Lisäksi on listattu teholuokat ja käyttöalueet, joissa tyypillisimmin kyseisiä valonlähteitä käytetään. Lampputyypien tunnistamiseksi on kehitetty väri- ja muotokieli, jonka avulla lampun tiedot voi tunnistaa kiipeämättä valaisimelle asti.

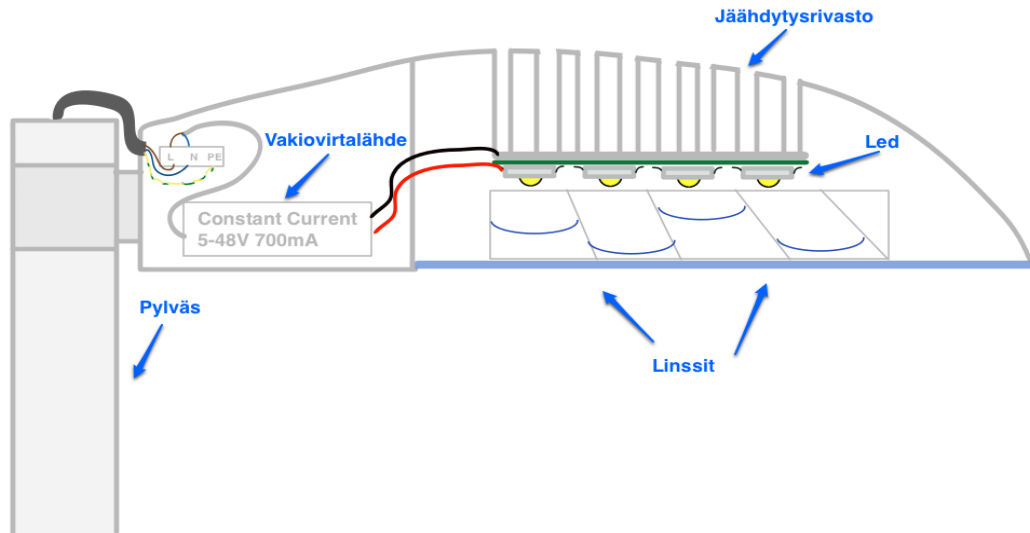


Kuvio 1. Lampun teho, muoto ja tekniikka voidaan merkitä värikkäällä tarralla valaisimeen (Pietilä 2015, 20).

### Led- valaisin

Nykyisin käytetään yleisimmin led-valaisimia ja myös omassa suunnittelussa ja työtehtävässä käytettiin niitä. Lisäksi led-valaisin oli asiakkaan toive, joten sitä noudatettiin.

Led-valaisin on valaisin, jonka valontuotto on toteutettu puolijohdetekniikalla. Valonheittimen polttoaika on todella pitkä, ennustetut polttoajat ovat 30 000 - 90 000 tunnin väliltä ja lisäksi se on huoltovapaa. Valmistajasta riippuen on valaisimen valovirta käytön jälkeenkin vielä yli 70 % alkuperäisestä valovirrasta. Tyypillinen led-valaisin on teholtaan 50-100 W ja värinsävy on valkoinen (Sanpek Oy 2019.) (Kuvio 2.)

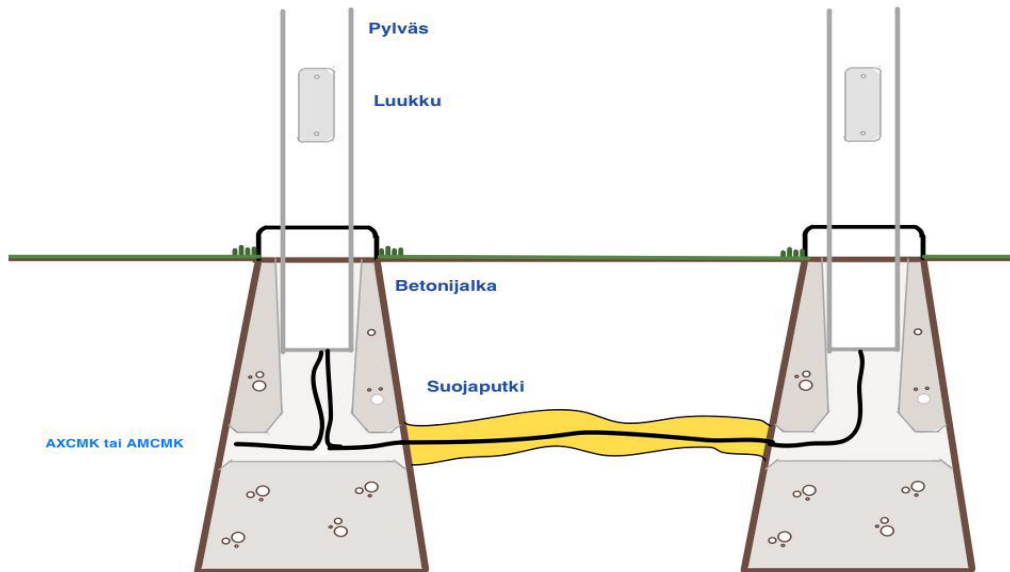


Kuvio 2. Led-valaisimen komponenttien määrä on pieni: jäähdytysrivastot vievät ison osan valaisimen rakenteesta ja tuovat lisää painoa. (Cree 2019, muokattu)

#### 4.3 Ulkovalaistuksen teknisiä ratkaisuja

Ulkovalaistuksen tekninen rakenne on usein yksinkertainen ja toistettavissa helposti, koska erilaisia komponentteja on vain vähän. Tyypillisesti ulkovalaisimessa on betonijalka, pylväs, orsi (voi olla haaravarsi) ja valaisin, jonka sisällä on valonlähde.

Pysäköintialueilla käytetään usein ainoastaan aluevalaistusta, joka kaapeloidaan maakaapelilla pylväiden välille (Kuvio 3). Valaistuksen sähköistyksen lisäksi on tarvittaessa huomioitava pysäköintialueen autonlämmityspistorasiat.



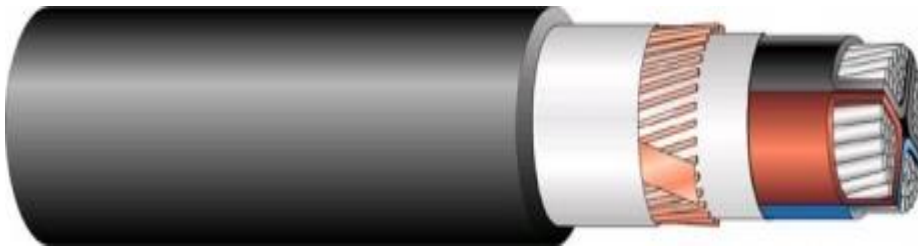
Kuvio 3. Pylväsvalaistuksen kaapelointi tehdään usein maakaapelilla pylväiden välillä. (Tiehallinto 2006, muokattu)

Kaikki valot syttyvät samalla kertaa, koska valaistusta ohjataan pitkinä ketjuina. Kontaktorilla ohjataan kolmivaiheista ryhmää, joka on mahdollisimman yksinkertainen toteutus. Kontaktori (Kuva 4) on monikäyttöinen ja toiminnaltaan yksinkertainen.



Kuva 4. Kontaktori mallina ABB:n kontaktori, joita EC-Products Oy käyttää (ABB 2019)

Valaisinpylväiden välinen kaapelointi tehdään käyttämällä maakaapelia, jossa on neljä johdinta (Kuva 5). Kaapelin poikkipinta-ala on ohjatun ketjun pituudesta riippuen 25 – 185 mm<sup>2</sup>. Kaapelista tehdään haaroitus valaisinpylväälle, jossa on oma sulake.



Kuva 5. AMCMK kaapelin sisäinen rakenne, josta näkee yksittäisten johtimien muodon (Reka-kaapelit 2019)

## 5 PISTORASIAKESKUKSET

Pistorasiakeskuksilla tarkoitetaan sähkökeskusta, jossa on yksi- tai kolmivaihe pistorasioita. Näitä keskuksia tarvitaan yleensä paikkoihin, jossa tarvitaan sähköä esimerkiksi auton lämmitykseen. Teollisuushalleissa ja niiden pihalla käytetään tällaisia keskuksia joissakin työpisteissä ja myös autojen lämmityspaikoilla. Pistorasiakeskukset ovat melkein samanlaisia kuin työmaakeskukset, mutta pistorasiakeskus voidaan asentaa kiinteästi ja syöttökaapeli täytyy kytkeä sen sisällä oleviin liittimiin. Työmaakeskukseen tuodaan syöttö suoraan kaapelilla, jossa on pistoke päässä.

### 5.1 Pistorasiakeskusten suunnittelu

Pistorasiakeskuksia tehdään yleensä tilaustyönä, jolloin asiakas saa päättää itse, minkälaisen keskuksen hän haluaa. Keskusvalmistajat, kuten EC-Products Oy, suunnittelee ja tekee pistorasiakeskuksia asiakkaan toiveiden mukaisesti (Kuva 6).



Kuva 6. EC-Products Oy:n suunnittelema pistorasiakeskus

Ulkotila on alue, jossa asennukset veden ja tuulen takia normaalisti joutuvat alttiiksi sateelle ja kosteudelle. Näihin tiloihin kuuluvat myös katokset, joissa ei ole seiniä, esimerkiksi autokatokset. Keskuksen valinnassa on otettava huomioon sateen lisäksi tilanteet, joissa vesi voi roiskua alhaalta päin matalalle asennettuun sähkölaitteeseen. Näihin olosuhteisiin suunniteltaessa pistorasiakeskusta on huomioitava taulukon 1 ohjeistus; sähkölaitteiden kotelointiluokkia ulkotilassa. (SFS-Käsikirja 600 2007, 567-569)

Taulukko 1. Sähkölaitteiden kotelointiluokat ulkotilassa (SFS-Käsikirja 600 2007, 569)

Tila	Kotelointiluokka	Lisätiedot
Ulkotila	IPX3	Laite, joka on alttiina sateelle mutta joka on asennettu yli 0,5 m vaakatason tai kaltevan pinnan yläpuolelle (maanpinta, lattia, vesikatto).
Ulkotila	IPX4	Laite, joka on alttiina sateelle ja on asennettu enintään 0,5 m etäisyydelle vaakatasosta tai kaltevasta pinnasta (maanpinta, lattia, vesikatto).
Ulkotila	IPX1	Laite, joka on asennettu siten, että se on suojattu sateelta.

Pistorasiakeskuksen on kestävä ympäristön mekaaniset, termiset ja muut rasitukset ja hyvän koteloinnin tarkoituksena on suojata sisällä olevia komponentteja juuri näiltä rasituksilta. Hyvässä keskuksessa komponentit ovat oikein valittuja, asennettu oikein ja standardien mukaisia. (SFS-Käsikirja 154 2005, 372.)

## 5.2 Pistorasiakeskuksen laitteisto

Ulkona oleville pistorasia-asennuksille on olemassa omat standardit. Lisäksi pistorasian tulee olla rakenteeltaan turvapistorasia (lapsisuoja), asennettu vähintään 1,7 metrin korkeuteen ja vielä asennettu lukittuun koteloon tai muuhun sellaiseen tilaan. Ulos asennettujen pistorasioiden täytyy olla suojakoskettimella varustettuja pistorasioita eli sukopistorasioita. Lisäksi vielä ulkopistorasia on oltava suojattuna ylivirtasuojan lisäksi herkkätoimisella lisäsuojalaitteella - vikavirtasuojakytkimellä. Vikavirtasuojakytkimen toimintakyky tulee tarkistaa määräajoin sen testipainikkeesta. (Turvatekniikan keskus 2019)

Liitettävät kaapelit tai muut johdot pitää voida liittää vaikeuksitta pistorasiakeskukseen. Lisäksi kaikki liittimillä tehdyt sisäiset liitokset, joissa voi tapahtua esimerkiksi löystymisen vuoksi yllälämpenemistä tulee olla sijoitettu siten, että niitä voidaan lämpökuvata ja niiden ruuviliitoksia kiristää ilman, että keskuksen rakennetta jouduttaisiin merkittävästi purkamaan. Liittimien valinnassa huomioon otettavia seikkoja ovat johtimien

- kuormitus- ja oikosulkulämpötilat
- poikkipinta ja johdinaine
- laji, esimerkiksi yksi- tai muutamalankainen
- muoto, esimerkiksi pyöreä
- liittimeen tarvittavat työkalut. (SFS-Käsikirja 154 2005, 373.)

Kaikki vaihejohtimet on varustettava ylivirtasuojalla, sillä standardien ja määräysten mukaan suojalaitteita, joilla katkaistaan virtapiirin johtimissa kulkeva ylivirta. Ylivirta aiheuttaa lämpenemisestä tai mekaanisista vaikutuksista aiheutuvaa vaaraa tai vahinkoa eristykselle, liitoksille, päätteille tai johtimien ympäristölle. Nollajohtimen virtaa ei tarvitse valvoa, eikä siinä tarvitse olla poiskytkentälaitetta, kun nollajohtimen poikkipinta on vähintään yhtä suuri kuin vaihejohtimien. (SFS-Käsikirja 600 2007, 161.)



Nykyään tulppasulakkeiden tilalla erilaisissa sähkökeskuksissa käytetään DIN-kiskoon asennettavia johdonsuojakatkaisijoita, jotka toimivat automaattisesti. Ne irrottavat kuorman, kun sallittu virta ylittyy. Jos johdonsuojakatkaisin on lauennut, voidaan se kytkeä uudelleen kääntämällä sen kytkin takaisin käyttöasentoon. (Ahoranta 2007, 303.) Tärkeimmät johdonsuojakatkaisijan valinnassa huomioon otettavat arvot ovat

- katkaisukyky
- nimellisvirta  $I_n$
- nimellisjännite
- laukaisukäyrä.

Suosittelvat nimellisvirrat ovat 6, 8, 10, 13, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100 ja 125 A (D1-2006, 365).

Perussuojauksen lisäsuojana sekä vikasuojauksessa syötön nopeaan poiskytkentään ja palosuojaukseen käytetään vikavirtasuojia. Se on DIN-kiskoon asennettava mekaaninen kytkinlaite tai erillisten laitteiden yhdistelmä, joka on suunniteltu aikaansaamaan kontaktin aukeaminen, kun jäännösvirta saavuttaa annetun arvon tietyissä olosuhteissa. (D1-2006, 365.)

Vikavirtasuojauksen käyttöä ei hyväksytä yksinomaisena suojausmenetelmänä. Sitä on käytettävä yhdessä sopivien ylivirtasuojien kanssa, mikäli vikavirtasuojassa ei ole yhdistettyä ylivirtasuojalaitetta. Nykyään yleisimmin käytetään yhdistettyä vikavirtajohdonsuojakatkaisijaa (Kuva 7). Yhdistetyissä vikavirtajohdonsuojakatkaisijassa eli yhdistelmäsuojassa on sekä ylivirtasuojaus- että vikavirtasuojausominaisuudet. (SFS-Käsikirja 600 2007, 664.) Autonlämmityspistorasioiden suojaukseen tämä yhdistetty suojalaite soveltuu hyvin (D1-2006, 365).



Kuva 7. Enston vikavirtajohdonsuojakatkaisija, jota esim. EC-Products Oy käyttää (Sähkönumerot 2019b)

### 5.3 Pistorasiakeskusten syötön suunnittelu

Pistorasiakeskusten syöttö pitää ottaa hallin pääkeskukselta, koska siinä oli kahvasulakelähtö, joka oli käyttämättömänä. Suunniteltiin niin, että siitä saataisiin syöttö ulos tuleville pistorasiakeskuksille. Keskusten syötöksi laitettiin 110 A sulakkeet, koska oletettu kuorma 110 A on hieman yläkanttiin, jos käy niin, että kuormaa on enemmän kuin normaalisti käytössä oleva kalusto tarvitsee. Syöttävä kaapeli olisi alumiinivoimakkaapeli AMCMK 4x70+21, jonka kuormitettavuus on maahan asennettuna 185 A (Taulukko 2), joten tarvittaessa syöttävien sulakkeiden kokoa voidaan suurentaa, mikäli tulevaisuuden laite sen vaatii.

Taulukko 2. Kuormitettavuustaulukko eri tavoin asennettaville kaapeleille  
(Taulukon arvot ampeereina) (SFS-600 2007, 269)

Johtimen poikkipinta-ala [mm <sup>2</sup> ]	SFS 6000:n mukaiset asennustavat			
	A uppo	C pinta	D maa	E ilma
Kupari				
1,5	14	18,5	26	19
2,5	19	25	35	26
4	24	34	46	36
6	31	43	57	45
10	41	60	77	63
16	55	80	100	85
25	72	102	130	107
35	88	126	160	134
50	105	153	190	162
70	133	195	240	208
95	159	236	285	252
120	182	274	325	292
150	208	317	370	338
185	236	361	420	386
240	278	427	480	456
300	316	492	550	527
Alumiini				
16	43	62	78	65
25	56	77	100	83
35	69	95	125	102
50	83	117	150	124
70	104	148	185	159
95	125	180	220	194
120	143	209	255	225
150	164	240	280	260
185	187	274	330	297
240	219	323	375	350
300	257	372	430	404

## 6 PIHKAKOSKI OY:N PIHA-ALUEEN VALAISTUS

Pihkakoski Oy:n toimitusjohtajan Timo Pihkakosken kanssa syksyllä katsottiin sopivia paikkoja valaistukselle. Pihkakoski halusi, että valaistus tulisi pylväisiin ja samoihin pylväisiin kiinnitettäisiin pistorasiakeskukset (ks. s.15), joista saataisiin myös kuorma-autoille lämmitys talvella. Kuorma-autoissa olevat kylmäkoneet tarvitsevat myös virtaa, joten pistorasioita tulee olla useampi. Timo Pihkakoski halusi myös, että pylväisiin laitetaan nykyaikaiset led-valaisimet, jotta ne olisivat täysin huoltovapaita ja pitkäikäisiä (ks. s.12).

### 6.1 Pihkakosken valaistuksen suunnittelu

Valaistuksen suunnittelua hankaloitti se, että pihalla täytyy saada kääntymään kuorma-auto perävaunun kanssa; siksi koska pylvää pitää sijoittaa sen mukaisesti. Toinen tärkeä asia on suunnitella, että valaisinpylväiden väliin jää tilaa, jotta kuorma-autoja mahtuu kaksi rinnakkain pylväiden väliin. Myös pylväiden välissä olevien kuorma-autojen rahtikaappien ovet pitää mahtua aukeamaan niin, että ne voidaan tuulettaa ja pestä sisältä. Suunnitelmien mukaan pylvältä saisi neljä täysperävaunullista yhdistelmää lämmitettyä tai kahdeksan kuorma-autoa ilman perävaunuja. Suunniteltiin yhdessä asiakkaan kanssa, että jokaiseen pylvääseen laitettaisiin haaravarsi, joihin saa kaksi valaisinta eli yhteensä valaisimia tulisi kahdeksan kappaletta. Silloin valoteho kaksinkertaistuisi jokaista pylvästä kohden, mikä helpottaisi työskentelyä pimeään aikaan. Suunnittelussa huomioitiin myös se, että valaisimien kulmaa voidaan säätää 90 asteen kulmassa, jolloin piha-aluetta saadaan mahdollisesti suuremmalta alalta valaistua. Siinä täytyy vain huomioida se, etteivät valaisimet häikäise pihalla liikkuvia ihmisiä, kun niiden kulmaa säädetään.

Valaistuksen syöttö suunniteltiin otettavan piha-alueen viereen sijoitettujen kahden valaisin pylvään kautta. Ne on asennettu siihen hallin rakennusvaiheen aikana niin, että niiden kautta pystytään tekemään lisää valaistusta alueelle. Niille on oma kolmivaihesyöttö hallin pääkeskuksesta. Sulakkeet ovat 16 A tulppasulakkeet jokaisella vaiheella. Alkuperäinen valaistus oli toteutettu MCMK 4x6+6, kuparikaapelilla, josta suunniteltiin jatkettavan samalla kaapelityypillä uusille valoille. Kaapelin vaihejohtimen paksuus on 6mm<sup>2</sup> ja syöttävät sulakkeet

ovat 16 A, joten kaapeli riittää reilusti.

Seuraavaksi pohdittiin että, riittääkö 16 A sulake syöttämään koko tulevaa valaistusta. Otettiin selvää, minkä tehoisia kaksi olemassa olevaa valaisinta ovat. Selvisi, että ne olivat suurpainenatrium valaisimia ja teholtaan 50W. Uudet suunnitellut LED-valaisimet olivat myös 50W ja niitä oli 8 kappaletta. Kolmivaiheisena kokonaisteho täytyy jakaa kolmella, että saadaan teho jokaiselle vaiheelle. Tässä tapauksessa vaiheelle L1 kytkettiin neljä valaisinta eli  $4 \times 50 \text{ W} = 200 \text{ W}$  ja vaiheille L2 ja L3 kytkettiin loput 6 valaisinta. Kuormat eivät ylitä sulakkeen kestävyyttä, ja valaistusryhmään voidaan vielä asentaa mahdollisesti lisää valaistusta tulevaisuudessa.

## 6.2 Pihkakosken valaistuksen toteutus

Kun asiakas oli hyväksynyt suunnitelmat; niin tilattiin tukkumyyjältä tarvittavat tavarat valaistuksen toteuttamiseen. Betonijalustat tilattiin jo syksyllä, että saatiin kaapeloitua pihan valmiiksi ennen talvea. Pylväät, niiden varret ja valaisimet tilattiin Onninen Oy:ltä keväällä. Valaistukseen valittiin asiakkaan haluamat led-valaisimet Philips ClearWay BGP307, jolla on leveä valonjakokäyrä ja valonlähteen väri 740 neutraali valkoinen (Philips lightning, 2019).

Valaisinpylväiksi suunniteltiin 6 metriä korkeat sinkityt kartiopylväät. Pylväiden varret, joihin valaisimet kiinnitettiin, olivat niin sanottuja haaravarsia. Lisäksi niihin voitiin asentaa kaksi valaisinta. Pylväiden varret oli myös sinkitty, etteivät ne ruostu. Pylväiden betonijalustat (Kuva 8) kaivettiin maahan, ja niiden ympärille asennettiin metrin halkaisijalla olevat betonirenkaat. Betonirenkaiden tehtävänä on suojata betonijalusta kaikenlaisilta kolhuilta ja lumitöitä pyöräkuormaajalla tehtäessä betonirenkaat ovat helppo huomata maasta.

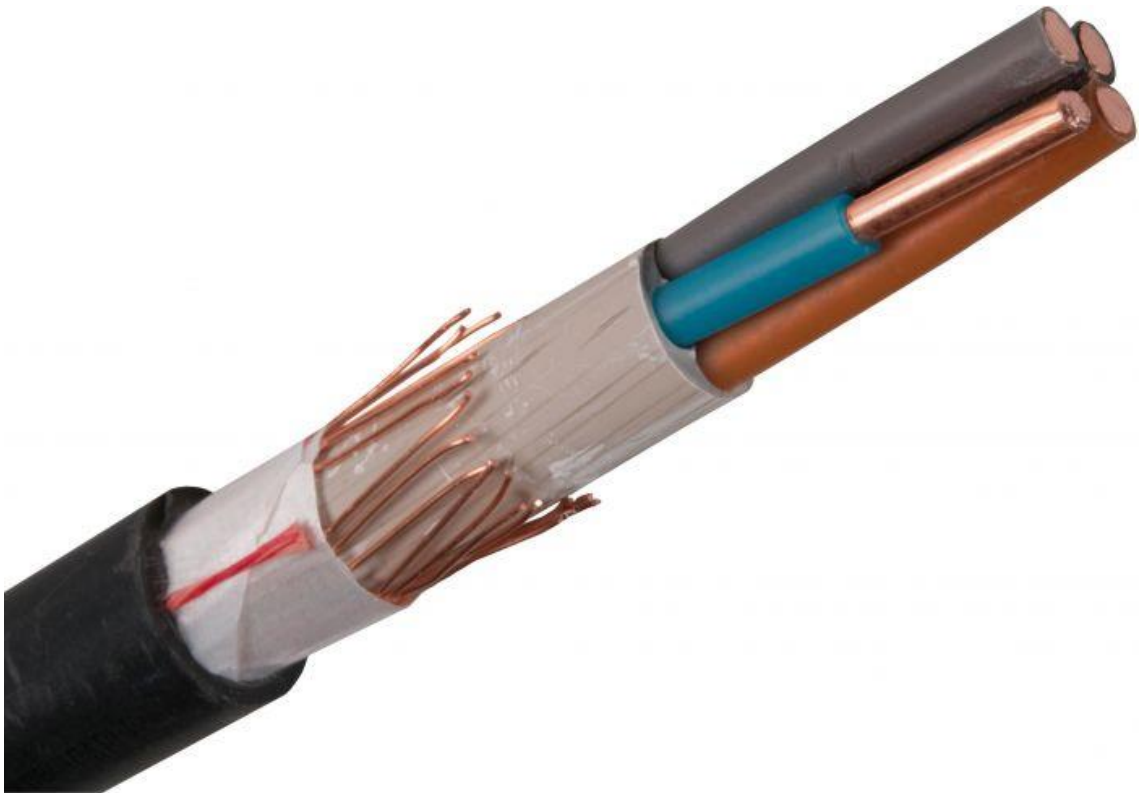


Kuva 8. Valaisinpylväille tarkoitetut betonijalustat, jossa kaapelointi reikä (Onninen Oy 2019)

Valaistukselle vedettiin maakaapelit (Kuva 9) samalla kerralla kuin betonijalustat kaivettiin ja betonirenkaat asennettiin. Syksyllä ei ollut vielä aivan varmaa, minkälaiset valaisimet pylväisiin laitetaan. Toimeksiantaja halusi, että valaistukselle tuleva kaapeli on tarpeeksi suuri, jotta joskus on mahdollista laittaa myös lisää valaisimia piha-alueelle. Maahan asennettiin valaistusta varten Prysmian AMCMK 4x16+10 kaapeli (Kuva 9). Kaapelin tyypit tarkoittavat sen johtimien poikkipinta-alaa eli kaapelissa on 4 alumiinijohdinta, jotka ovat 16mm<sup>2</sup> ja niiden ympärillä on yksi kuparijohdin, joka on 10mm<sup>2</sup>. Kaapelin jokaisessa alumiinijohtimessa on muovi kuori päällä ja ne ovat väriltään ruskea (L1), musta (L2), harmaa (L3) ja sininen (N). Kuparijohdinta, joka on myös kaapelissa, sanotaan suojamaa johtimeksi (PE). Kaapelia kuoriessa kuparijohtimen jokainen säie punotaan yhteen ja se yleensä teipataan keltavihreällä eristysteipillä.

Valaistuksen syöttökaapeli työnnettiin betonijalustassa (Kuva 9) oleviin reikiin ja ne jäivät jäävät maan alle. Kaapeli nousee betonijalustan päällä olevasta reiästä ylös, mihin valaisinpylväs asennetaan. Kaapelit leikattiin oikean mittaiseksi, että ne voitiin kytkeä pylväässä olevasta reiästä. Ennen pylvään asentamista kaapelit

kuitenkin kuorittiin valmiiksi niin, että kaapelin neljä alumiinijohdinta ja niiden päällä oleva kuparinen suojamaajohdin tulevat esille. Kaapeliin laitettiin kuorimisen jälkeen haaroitussuoja (Kuva 11), joka estää kosteuden menemästä kaapelin sisään. Haaroitussuoja on tehty kumista, jonka sisällä on jokaiselle johtimelle oma reikä. Haaroitussuojassa on liima sisäpuolella ja suoja kutistuu lämmittäessä (Kuva 11). Näin saadaan kaapelin kuoritusta kohdasta vesitiivis.



Kuva 9. Valaistukseen käytetty kaapeli MCMK (SLO Oy 2019)



Kuva 10. Pistorasiakeskuksia syöttävä kaapeli AMCMK (SLO Oy 2019)



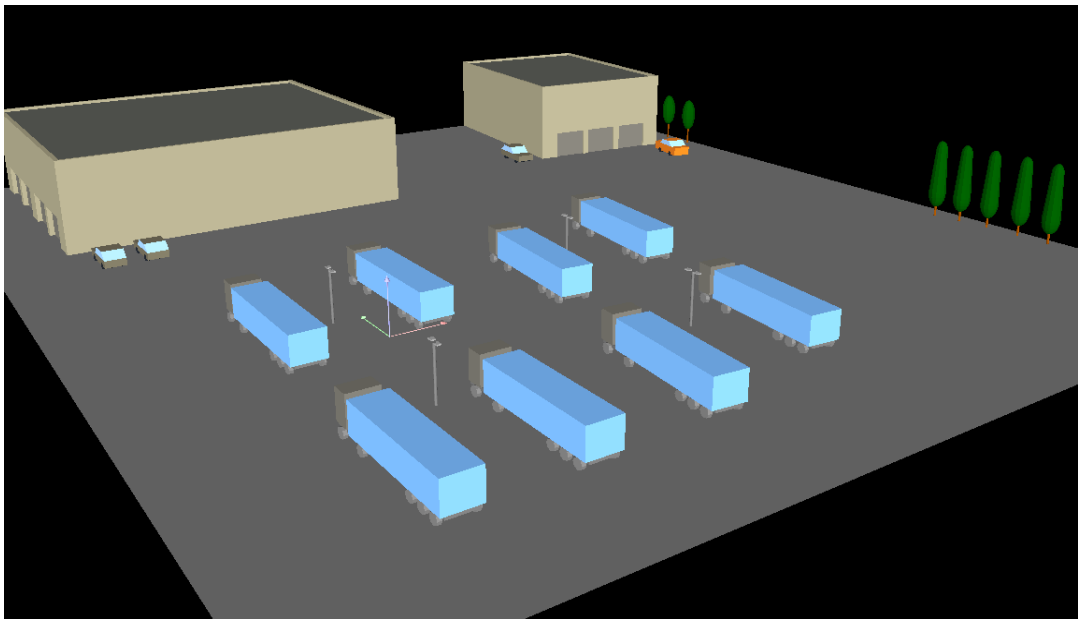
Kuva 11. Haaroitussuoja kutistettuna

### 6.3 Pihkakosken valaistuksen laskentatiedot

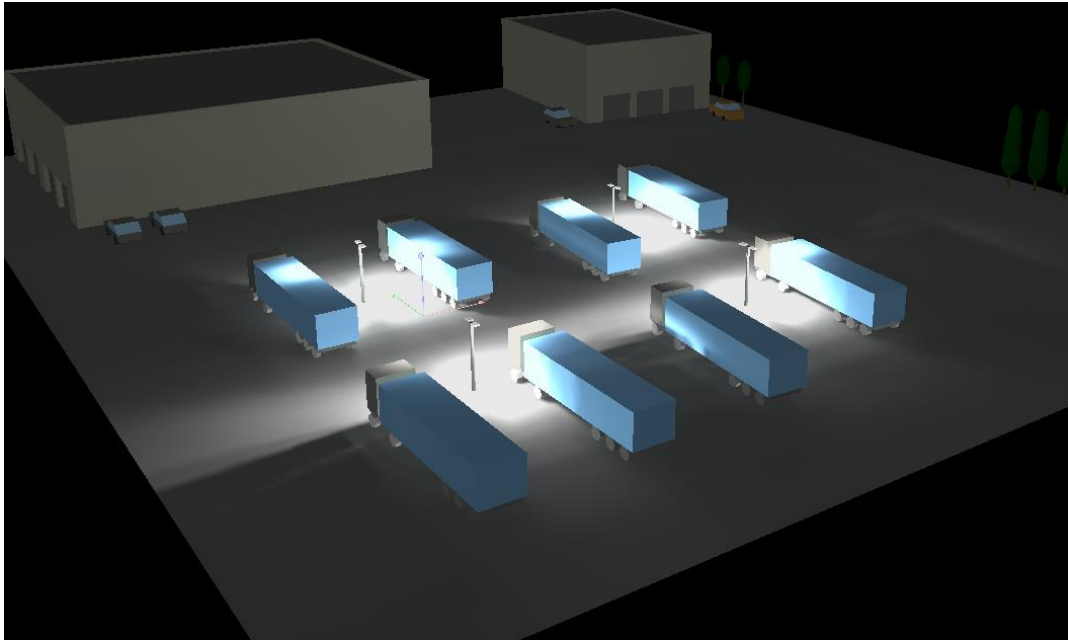
Valaistuksen laskentatiedot toteutettiin DIALux 4.13 –suunnitteluohjelmalla. Ohjelmaan saatiin ladattua tähän työhön suunniteltujen valaisimien tiedot. Ohjelmalla voitiin tehdä yleiskuva piha-alueesta ja siihen voitiin myös sijoittaa



suunnitellut valaisimet. Piha-alue saatiin tehtyä metrilleen oikein ohjelmalla, jolloin suunniteltu valaistus saatiin siihen oikealla tavalla. DIALux –ohjelmalla tehtiin oikeanlainen näkymä piha-alueesta ja alueelle pystytettiin suunnittelemaan paras mahdollinen valaistus. Piha-alue ja siinä sijaitsevat hallirakennukset saatiin oikeaan mittakaavaan ja valaisinpylväät oikeille paikoille. Ohjelmasta voitiin valita työhön halutut valaisimet Philips ClearWay BGP307 (Taulukko 3), jotka sijoitettiin pylväisiin oikealla tavalla. Valaisimien sijoituksen jälkeen voitiin asettaa ohjelma laskemaan valaistus. Ohjelma laski valaistuksen ja sen jälkeen näytti, miten valitut valaisimet valaisevat parkkipaikan. Laskennasta nähtiin, jos valaisimia tarvitsee vielä hienosäätää kääntämällä. Ohjelmistolla laskettiin erilaisia valaistustilanteita ja käännettiin valaisimia ja taas kokeiltiin uudestaan laskentaohjelmaa. Näin saatiin alueelle paras mahdollinen valaistus.



Kuvio 4. Piha-alue ennen valaistuskalkulaattia (DIA-Lux 4.13)

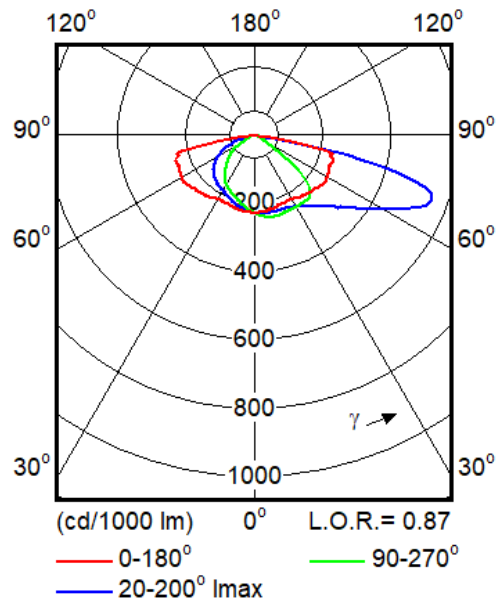


Kuvio 5. Piha-alue valaistuskannan jälkeen (DIA-Lux 4.13)

Valaisimen valitsemisen yhteydessä nähtiin valitun valaisimen valovirta ja valonjakokäyrä. Valovirta ilmoitetaan yleensä lumeneina (lm). Valitussa valaisimessa valmistajan mukaan valovirta on 8232lm. Valonjakokäyrästä nähdään, miten valo jakautuu tietylle alueelle (Kuvio 6).

Taulukko 3. Valaisimen tiedot Philips ClearWay BGP307 (DIALux 4.13)

Tuoteperhe	Valonlähde	Litäntä	Optiikka	Väri	Valovirta	Teho	Valonjako	Kuva	Mitat
BGP307 T25	1 X LED84-4S/740	DM11	740	8232 lm	50 W			0.44x0.33x0.09 m	



Kuvio 6. Valonjakokäyrä Philips ClearWay BGP307 (DIA-Lux 4.13)

## 7 PIHKAKOSKI OY:N PISTORASIAKESKUKSET

Pistorasiakeskusten teossa otettiin huomioon myös asiakkaan toivomukset eli minkälaisia pistorasioita keskuksiin asennettiin ja kuinka monta keskusta tarvittiin.

### 7.1. Pihkakosken keskusten suunnittelu

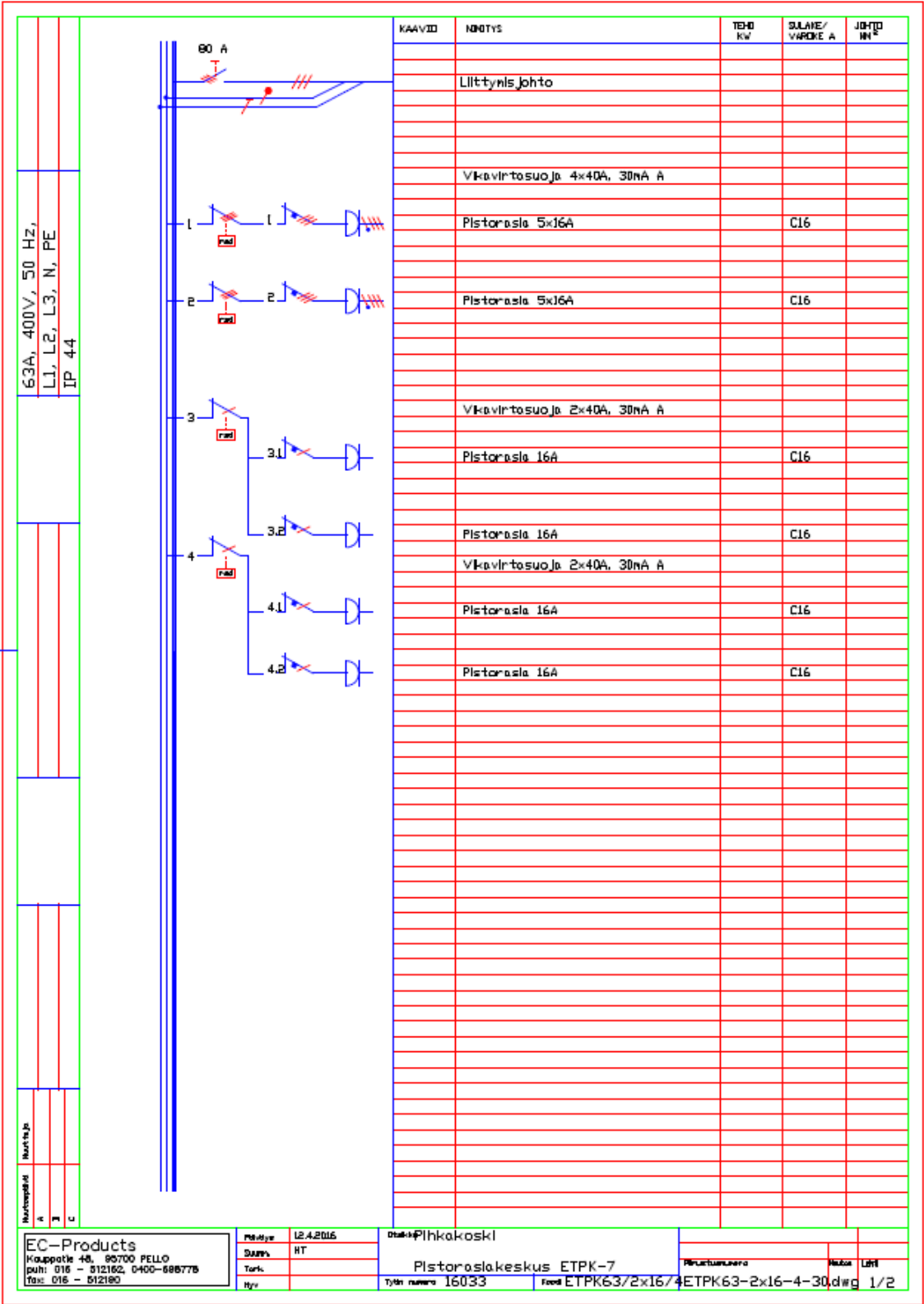
Keskukset suunniteltiin yhdessä EC-Products Oy toimitusjohtajan Harri Timosen kanssa. Yritys on toimittanut asiakkailleen monenlaisia pistorasiakeskuksia, joten oli helppo suunnitella Pihkakoski Oy:lle toivotun mukaiset keskukset. Pihkakoski Oy:n toimitusjohtaja halusi, että jokaiseen valaisinpylvääseen asennetaan yksi pistorasiakeskus. Pistorasiakeskuksiin toivottiin 4 kpl 16A yksivaihepistorasioita ja 2 kpl 16A kolmivaihepistorasioita. Pistorasiat ryhmiteltiin ja niille suunniteltiin ensin pääkytkin ja sen jälkeen vikavirtasuojat (kts. s.19) ja sulakkeet. Piirrettiin AutoCad -ohjelmalla keskuksista pääkaavio (Kuvio 7), jossa näkyy liittymisjohdon sijainti sekä pääkytkimen sijainti ja koko. Lisäksi siinä näkyy pistorasialähdöt 1-4, joissa henkilösuojat, johdonsuojat ja pistorasia. Kokoonpanokuvassa (Kuvio 8) on kuvattu komponenttien sisäinen sijoittelu.

Sisäiset johdotukset piti valita johtoja suojaavien laitteiden nimellisvirtojen mukaan. Keskuksen sisäisten johtimien mitoituslähtökohtana voi pitää taulukon 3 arvoja. (SFS-Käsikirja 154 2005, 373

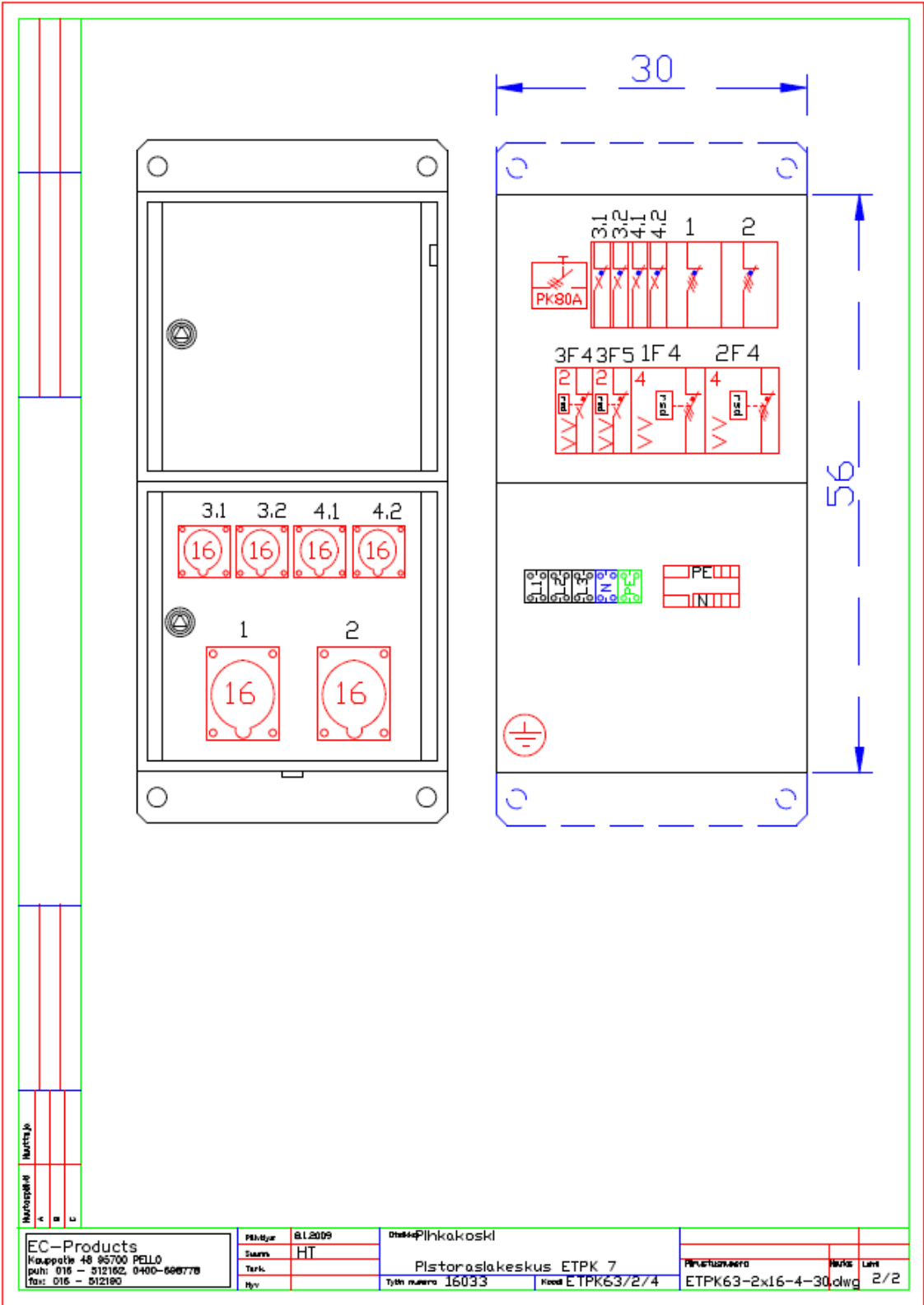
Taulukko 4. Jakokeskusten sisäisten johtimien mitoitus

(Ensto Oy 2019, muokattu)

Cu-johtimen poikki- pinta-ala/mm <sup>2</sup>	Kuormitettavuus/A 1 johdin	Kuormitettavuus/A 2 johdinta
2.5	20	
4	26	
6	33	
10	62	
16	82	164
25	107	214
35	135	270
70	200	400



Kuvio 7. Pistorasiakeskusten tavanomainen pääkaavio



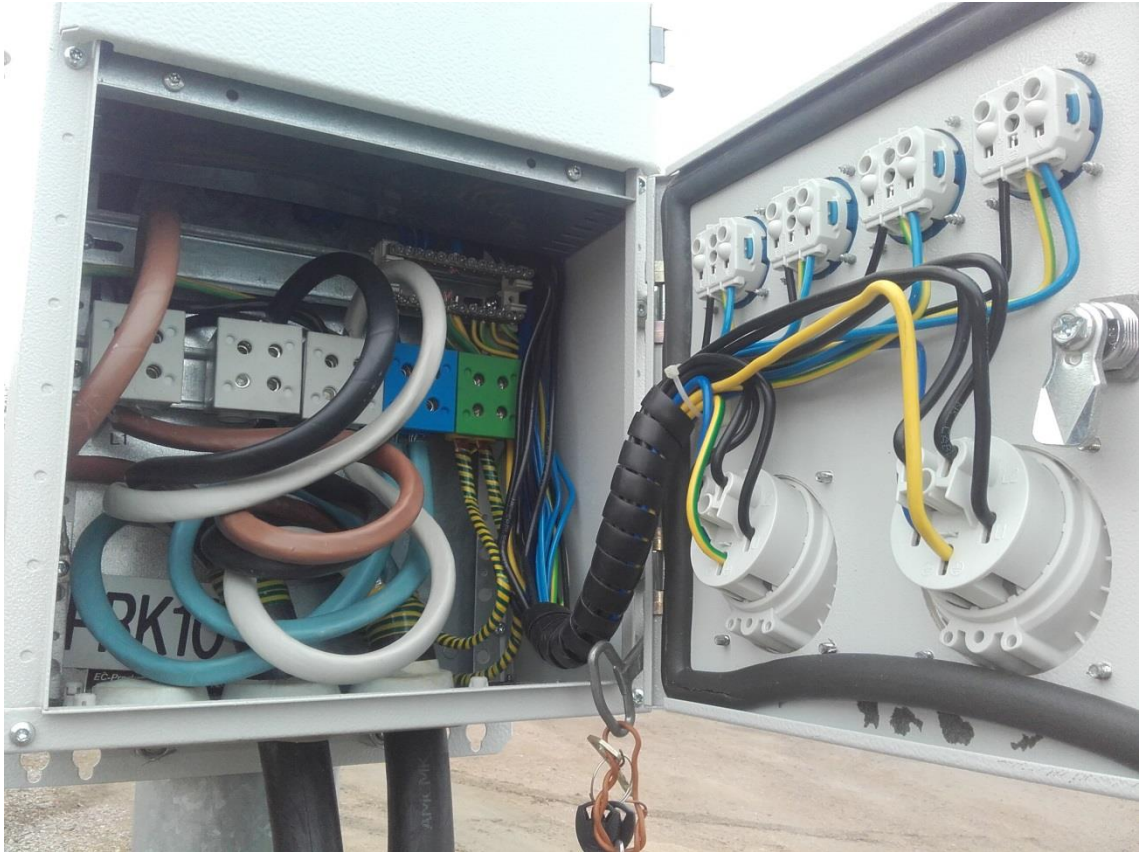
Kuvio 8. Pistorasiakeskusten kokoonpanokuva

## 7.2 Pihkakosken keskusten asennus

Pistorasiakeskukset oli suunniteltu ja rakennettu, jonka jälkeen ne pystytettiin asennuspaikalle. Keskukset kiinnitettiin niin sanotulla pangalla (Kuva 12) valaisinpylväisiin. Keskuksille vedettiin syöttö pääkeskukselta yhdellä AMCMK 4x70/21 kaapelilla. Kaapelit nostettiin ylös betonirenkaan sisältä suoraan keskuksen pohjasta olevasta läpiviennistä kytkentätilaan. AMCMK 4x70/21 kaapelit kytkettiin keskuksissa oleviin syöttökaapeleille tarkoitettuihin liittimiin. Syöttökaapelit kytkettiin niin, että ensimmäiseen keskukseseen tuli syöttökaapeli pääkeskukselta, josta sitten muut kaapelit ketjutettiin pistorasiakeskukselta toiselle (Kuva 13).



Kuva 12. Panga, jollaisilla keskukset kiinnitettiin pylväisiin



Kuva 13. Syöttökaapelit kytkettynä keskukseen



## 8 KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUKSET

Käyttöönottotarkastukset on tarkoitettu tehtäväksi ennen sähkölaitteistojen ja sähkölaitteiden käyttöä. Käyttöönottotarkastuksessa tehtiin laitteistolle aistinvaraiset tarkastukset, mittaukset ja toiminnalliset kokeet. Aistinvaraista tarkastusta tehtiin koko ajan asennusten aikana. Puutteita havaittaessa ne täytyi korjata heti. Asennusten aikana piiloon jäävät asennukset tarkistettiin huolella ennen niiden peittämistä. (Turvatekniikan keskus 2019.)

SFS 6000-6:n mukaan aistinvaraiseen tarkastukseen pitää sisältyä vähintään seuraavien kohtien tarkastaminen:

- a) sähköiskulta suojaukseen käytetyt menetelmät
- b) palosuojauksien käyttö ja toimenpiteet lämpövaikutuksilta suojaamiseksi sekä palon leviämisen estämiseksi tehdyt toimenpiteet
- c) johtimien valinta kuormitettavuuden ja sallitun jännitteen aleneman kannalta
- d) suoja- ja valvontalaitteiden valinta ja asettelu
- e) erotus- ja kytkentälaitteiden valinta ja oikea sijoitus
- f) sähkölaitteiden ja suojausmenetelmien valinta ulkoisten tekijöiden vaikutuksen mukaan
- g) nolla- ja suojajohtimien oikeat tunnuks
- h) yksivaiheisten kytkinlaitteiden kytkentä äärijohtimiin
- i) piirustusten, varoituskilpien tai vastaavien tietojen olemassaolo
- j) virtapiirien, varokkeiden, kytkimien, liittimien yms. tunnistettavuus
- k) johtimien liitosten sopivuus
- l) suojajohtimien, mukaan luettuna suojaavien potentiaalintasausjohtimien ja lisäpotentiaalintasaus-johtimien olemassaolo ja sopivuus

m) sähkölaitteiston käytön, tunnistamisen ja huollon vaatima tila. (SFS 6000-6.)

Lisäksi tarkastukseen piti sisältyä kaikki erikoistilojen ja -asennusten erityisvaatimukset.

Mittaukset ja toiminnalliset kokeet tehtiin aistivaraisten tarkastelun jälkeen siihen tarkoitetulla mittauslaitteella. Näillä mittauksilla varmistettiin, että suojausjärjestelmät ovat toimivia, ja että jännitettä ei esiinny sellaisissa paikoissa, joissa sitä ei saa olla.

Mittauksiin ja toiminnallisiin kokeisiin sisältyivät:

- Suojajohtimen jatkuvuus
- Eristysresistanssi
- Syötön automaattisen poiskytkennän testaus
- Vikavirtasuojien toiminnan testaus
- Vaihekiertosuunnan tarkistaminen
- Toimintatestit. (Turvatekniikan keskus 2019.)

Asennuksen yhteydessä tehtiin aistinvaraista tarkistusta koko asennuksen ajan ja varmistettiin, että kaikki on oikein ja minkäänlaisia puutteita ei jää laitteistoon. Mittauksiin käytettiin suosittua Fluke 1653B asennustesteriä (Kuva 14), jolla voi mitata nuo edellä mainitut mittaukset täydellisesti. Ensimmäiset mittaukset tehtiin jännitteettömänä. Niihin mittauksiin kuuluu suojajohtimenjatkuvuuden ja eristysresistanssin mittaus. Jännitteiset mittaukset tehtiin sen jälkeen, kun jännite oli kytketty käyttöön otettavaan sähkölaitteistoon. Siihen kuuluvat edellä mainitut syötön automaattinen poiskytkentä, vikavirtasuojien toiminnan testaus ja vaihekiertosuunnan tarkastus. (Karjalainen 2013, 26-27.)

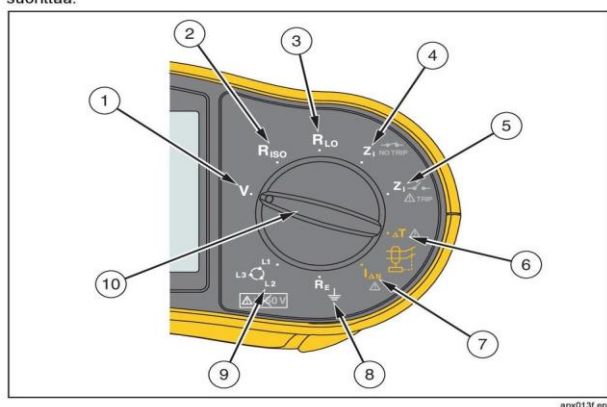


Kuva 14. Fluke 1653 asennustesteri (Fluke 165 X käyttöohje 2019)

1652C/1653B/1654B  
Käyttöohje

### Testerin käyttö Kiertokytkimen käyttö

Käytä kiertokytkintä (kuva 1 ja taulukko 4) valitsemaan testityyppi, jonka haluat suorittaa.



Kuva 1. Kiertokytkin  
Taulukko 4. Kiertokytkin

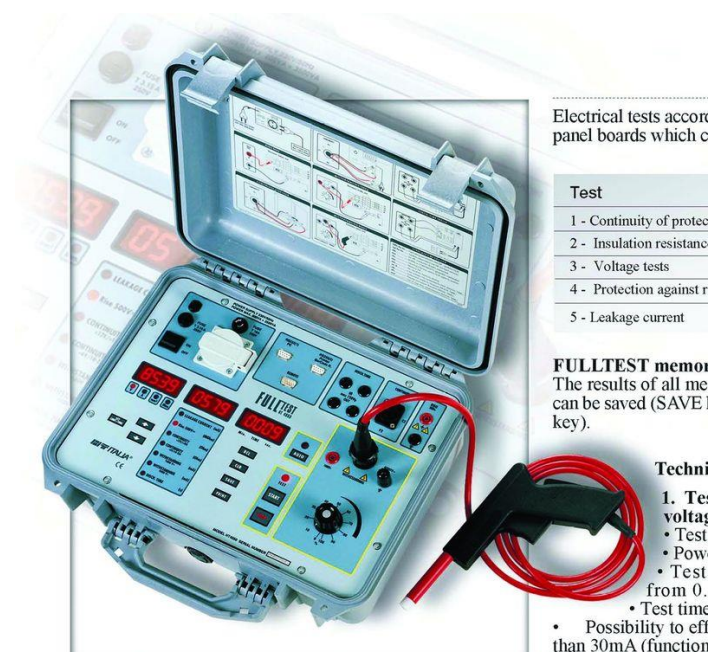
Numero	Symboli	Mittaustoiminto
①	V	Voltteja.
②	$R_{ISO}$	Eristysvastus.
③	$R_{LO}$	Johtavuus.
④	$Z_{I \rightarrow NO TRIP}$	Silmukkaimpedanssi – ei laukaisutilaa.
⑤	$Z_{I \rightarrow \Delta TRIP}$	Silmukkaimpedanssi – suurvirran laukaisutila.
⑥	$\Delta T \Delta$	Vikavirtasuojaimen laukaisuaika.
⑦	$I_{\Delta N} \Delta$	Vikavirtasuojaimen laukaisutaso.
⑧	$R_E$	Maadoitusvastus.
⑨	$\curvearrowright$	Vaihekierto.
⑩	Ei käytössä	Kiertokytkin.

6

Kuva 15. Fluke asennustesterin kiertokytkimen ohje (Fluke 165 X käyttöohje 2019)

Fluken asennustesterillä saatiin mittaustulokset tallennettua muistiin jokaisesta mittauspisteestä erikseen. Fluken asennustesteriin kuuluu myös tietokone-ohjelma FlukeView Forms, jolla voitiin lukea muistissa olevat mittaukset. Ohjelma laittaa mittaustulokset suoraan luettavaan taulukkoon. (FlukeView Forms – ohjelmisto ja kaapeli 2019.)

Työhön kuului pistorasiakeskusten valmistaminen EC Products Oy:ssä, joten myös siellä tehtiin tietyt käyttöönottomittaukset ennen keskusten luovuttamista toimeksiantajalle. Keskustehtaalla tehdään mittaukset siihen tarkoitetulla testerillä jokaiseen valmiiksi rakennettuun keskukseen ennen kuin ne lähetetään sähköurakoitsijoille. EC-Products Oy tehtaassa käytetään FullTest HT4050 asennustesteriä (Kuva 16), josta saadaan mittauksien tulokset suoraan tietokoneelle. Yleensä mittauksista tulostetaan mittauspöytäkirja ja se laitetaan keskuksen mukana menemään. Jokaisesta tehdystä keskuksesta mittauspöytäkirjat tallennetaan tietokoneelle. (Sähkönumerot 2019.)



Kuva 16. FullTest HT4050 asennustesteri (Sähkönumerot 2019a)

## 9 POHDINTA

Opinnäytetyö oli aiheeltaan mielenkiintoinen ja toisaalta laaja, kun siihen sisällytettiin työn suunnittelu, komponenttien valinta ja asennukset. Työ onnistui hyvin edustamani yrityksen puolesta ja koko tavoite saatiin toteutettua. Asiakkaan mielestä piha-alue on nyt riittävän valaistu ja käytännöllinen tarkoitukseensa nähden. Asiakkaan omistamat kuorma-autot ja niiden kylmäkoneiden moottorit saadaan talvella lämpiämään kytkettyjen pistorasiakeskusten ansiosta. Opinnäytetyöhön löytyi runsaasti materiaalia eri lähteistä, joista koottiin tähän työhön tärkeimmät asiat.

EC-Products Oy:n toimitusjohtaja Harri Timonen mahdollisti ja antoi suuren avun valaistuksen ja pistorasiakeskusten suunnittelussa. Myös Pihkakoski Oy:n toimitusjohtaja Timo Pihkakoski mahdollisti työn maakaapeloinnin ja valaisin pylväiden noston asennusvaiheessa. Todennäköisesti ensi keväänä pylvää joudutaan vielä suoristamaan uudelleen sen jälkeen, kun routa on sulanut. Routa voi väännellä kaivetussa maassa olevia pylväiden betonijalustoita.

Opinnäytetyö antoi paljon kokemusta lisää suunnittelu- sekä asennustyöstä. Kokemusta tuli myös keskusteltaan puolelta, jossa näki keskusten kasauksen alusta loppuun asti ja niihin tehtävät mittaukset. Muutkin kuljetusyrittäjät Pellossa ovat kyselleet samanlaista ratkaisua yritystensä piha-alueisiin.

## LÄHTEET

ABB 2019. Products and services. Viitattu 1.3.2019  
<https://new.ab.com/offerings>

Adato Oy 2019. Verkostosuositukset UR 1 94.

Ahoranta, J. 2007. Sähköasennustekniikka. 3.painos. Helsinki: WSOY

D1-2006. Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. 13. painos. Espoo: Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry

DIA-Lux 4.13 2019. DIA-Lux 4,13 valistussuunnitteluohjelma  
<https://www.dial.de/en/dialux-desktop/download/>

EC-Products Oy 2005. EC-Products Oy. Viitattu 2.2.2019  
<https://www.ecproducts.fi/>

Fluke 165 X käyttöohje 2018. Käyttöohje. Viitattu 18.8.2019.  
[http://assets.fluke.com/manuals/165x\\_\\_\\_\\_\\_umfin0100.pdf](http://assets.fluke.com/manuals/165x_____umfin0100.pdf)

FlukeView Forms –ohjelmisto ja kaapeli 2018. Ohjelmisto. Viitattu 20.8.2019  
<https://www.fluke.com/fi-fi/tuote/lisavarusteet/ohjelmisto/fluke-flukeview-formsht>

Cree 2019. Led lighting catalogue. Viitattu 2.2.2019  
[http://www.creelighting-europe.com/wp-content/uploads/2018/10/CatalogoCREE-2019\\_EU\\_EN-1.pdf](http://www.creelighting-europe.com/wp-content/uploads/2018/10/CatalogoCREE-2019_EU_EN-1.pdf)

Greenled Oy 2019. Valaistusratkaisuja. Viitattu 3.3.2019  
<https://greenled.fi/valaistusratkaisut/aluevalaistus/>

Karjalainen, I. 2013. Sähköasennusten käyttöönottomittaukset. Savonia ammattikorkeakoulu. Sähkötekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö

Onninen Oy 2019. Onninen express myymälät. Viitattu 31.1.2019  
<https://onnshop.onninen.fi/online-pylvasjalusta-kbr-kbr-1/p/ABU680>

Philps lightning 2019. Esite. Viitattu 15.3.2019  
<https://www.assets.lighting.philips.com/is/content/PhilipsLighting/comf1185-pss-fi-fi>

Pietilä, A. 2015. Valaistus ohjauksella saavutetut säästöt logistiikkakeskuksen valaistuksessa. Metropolia ammattikorkeakoulu. Sähkötekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö.

Reka-kaapelit 2019. AMCMK Voimakaapeli. Viitattu 15.2.2019  
<https://www.reka.fi/voimakaapelit/alumiinivoimakaapelit/amcmk-voimakaapeli>

Sanpek Oy 2019. Sanpek-led valaistustoteutuksia. Viitattu 5.2.2019

<https://www.sanpek.fi/led-valaistusratkaisut/ledien-vaikutukset-ulko-ja-katuvalaistuksessa/>

SFS-EN 12464-2 2007. Light and lighting. Lighting of work places. Part 2: Outdoor work places. Ladattu PDF-tiedostona sähköpostiin 3.2.2019  
<https://sales.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFSsahko/CEN/ID2/1/245453.html.stx>

SFS-Käsikirja 154. 2005 Jakokeskukset. 2. painos. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto

SFS-Käsikirja 600. 2007 Pienjännitesähköasennukset ja sähkötyöturvallisuus 1. painos. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto.

SLO Oy 2019. SLO verkkokauppa. Viitattu 2.4.19.  
<https://verkkokauppa.slo.fi/fi/cu-voimakaapeli-hf-pr-cca-mccmk-hf-c-pro-4x6-6-k500-0602009>

Sähkönumerot 2019a. Asennustesteri-FULLTEST HT 4050 HT-Italia. Viitattu 12.2.2019 <https://www.sahkonumerot.fi/6775379>

Sähkönumerot 2019b. Enston vikavirtajohdonsuojakatkaisija. Viitattu 1.3.2019  
<https://www.sahkonumerot.fi/3266037>

Sähkönumerot 2019c. Yrityksen www-sivut. Viitattu 1.3.2019  
<https://www.sahkonumerot.fi/3266038>

T. Pihkakoski Oy 2019. T. Pihkakoski OY. Viitattu 2.2.2019  
<http://www.pihkakoski.fi/etusivu/>

Tiehallinto 2006. Tievalaistuksen suunnittelu. Viitattu 5.2.2019  
[https://julkaisut.vayla.fi/thohje/pdf/2100034-v-06tievalaist\\_suunn.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/thohje/pdf/2100034-v-06tievalaist_suunn.pdf)

Turvatekniikan keskus 2019a. Sähköasennusten tarkastukset. Viitattu 5.5.2019.  
<https://tukes.fi/sahko/sahkoasennusten-kayttoonottovaiheen-tarkastukset>

Turvatekniikan keskus 2019b. Usein kysytyt kysymykset. Viitattu 3.3.2019.  
<https://tukes.fi/tietoa-tukesista/usein-kysytyt-kysymykset/usein-kysyttya-sahkotoiden-tekemisesta>

Suomen Valoteknillinen Seura ry 2019. Valaistuksen suunnittelu. Viitattu 3.3.2019  
<https://valosto.com/ajankohtaista/valaistuksen-perusteet-kurssin-esitykset-nyt-katsottavissa-videoina-verkossa/>